УДК 622.831.232

ФОРМИРОВАНИЕ ЗОН РАЗГРУЗКИ, ПОВЫШЕННОГО ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ПОДРАБОТАННЫХ ПОРОД КРОВЛИ ПРИ ОТРАБОТКЕ СВИТЫ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Л.Д. Павлова, В.Н. Фрянов

ГОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет». г. Новокузнецк
E-mail: rector@sibsiu.ru

Используя пространственную расчетную модель деформирования и разрушения горных пород, разработанную на основе метода конечных элементов, проведено исследование формирования зон разгрузки, повышенного горного давления и разрушения подработанных пород кровли при отработке свиты угольных пластов

Существующие методы прогноза напряженно-деформированного состояния (НДС) при отработке свиты угольных пластов могут быть применены, как правило, для анализа в вертикальных плоскостях при решении двумерной задачи [1–4 и др.]. В этих методиках не учитываются такие явления, как снижение интенсивности сдвижений подработанных и надработанных пород под и над угловыми участками выра-

ботанного пространства, а также интенсификация процессов сдвижения в зоне влияния выступов при сложной форме границ выработанного пространства. Использование пространственной расчетной модели геомеханических параметров углепородного массива в зоне влияния горной выработки позволяет прогнозировать аномальный характер сдвижения и распределения параметров НДС на таких участках, а также оценить влияние опережающей подработки или надработки свиты угольных пластов.

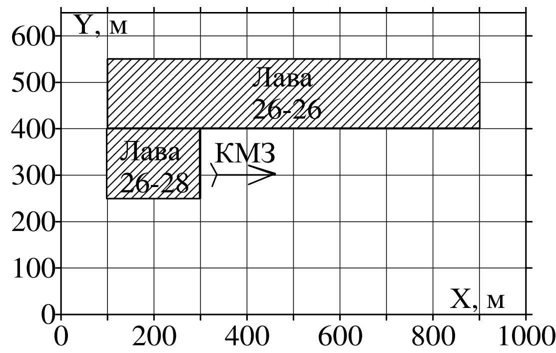


Рис. 1. *Схема отработки выемочного поля*

Для расчета параметров напряженно-деформированного состояния массива горных пород при отработке свиты пластов использовалась пространственная расчетная модель деформирования и разрушения горных пород, разработанная авторами на основе метода конечных элементов [5].

Согласно программе исследования [6] был проведен расчет параметров НДС углепородного массива для свиты угольных пластов 26[а] и 26[б] шахты «Абашевская» в Кузбассе. Моделировалась отработка пласта 26[б] для выемочного участка, форма и размер которого приведены на рис. 1. Расстояние очистного забоя от монтажной камеры – 200 м.

Учитывая, что влияние угловых участков выработанного пространства проявляется менее интенсивно по сравнению с плоским сечением, наибольшее внимание при исследовании было уделено изучению влияния уступа отрабатываемого пласта (рис. 1) на распределение параметров НДС в надрабатываемых и подрабатываемых пластах. Для достижения необходимой степени детализации объекта, используя метод вложенных областей [7], выполнялся вырез над уступом (под уступом), ограниченный координатами 250≤x≤450, 250≤y≤450.

По результатам исследования влияния уступа в выработанном пространстве на форму и размеры зоны разгрузки установлено, что отношение высоты зоны полной разгрузки в породах кровли и почвы отрабатываемого пласта по горизонтальным напряжениям составляет (рис. 2): до уступа (сечение x=200, рис. 1) 0,5; под уступом (сечение x=300, рис. 1) 1,67; впереди уступа (сечение x=400, рис. 1) 1,5.

Высота зоны полной разгрузки над уступом в надработанном пласте снижается по сравнению с высотой зоны впереди забоя. Наличие зоны полной разгрузки по вертикальным напряжениям выявлено только в породах кровли, а ее высота составляет 20...25 м (рис. 2). Высота зоны частичной разгрузки в породах почвы прослеживается на глубину до 130 м, т.е. отношение этой глубины к размерам выработанного пространства составляет 0,8.

В результате исследования влияния уступа в выработанном пространстве на параметры зоны повышенного горного давления при увеличении угла падения породных слоев от 0 до 30° в отрабатываемом пласте установлены следующие закономерности (рис. 3):

– вертикальные напряжения снижаются над уступом в 1,12 раза;

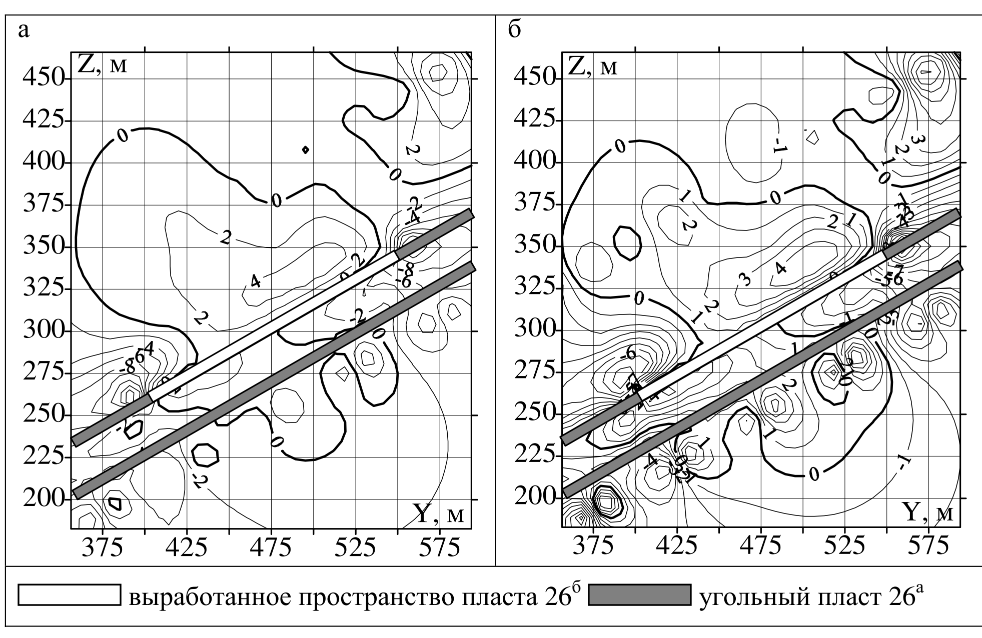


Рис. 2. *Границы зоны полной разгрузки горизонтальных напряжений: а) над уступом (сечение x = 300); б) впереди уступа (сечение x = 400)*

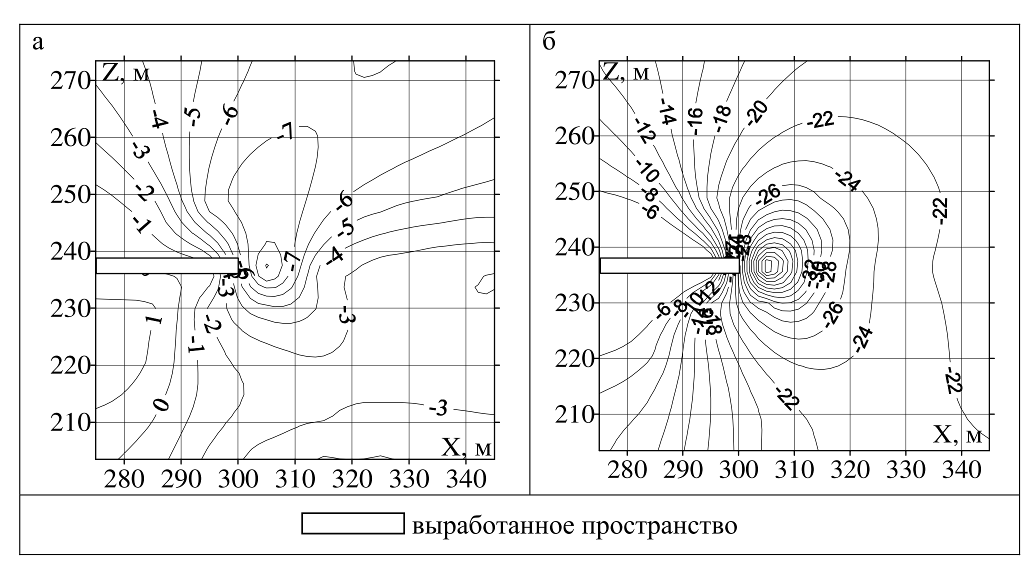


Рис. 3. Изолинии распределения напряжений в окрестности уступа (сечение y=350): а) горизонтальных; б) вертикальных

- длина зоны опорного давления впереди забоя снижается в 1,4 раза;
- коэффициент концентрации вертикальных напряжений уменьшается с 6,5 до 5,5;
- коэффициент бокового давления снижается с 0,43 до 0,27.

При увеличении угла падения породных слоев от 0 до 30° в надрабатываемом пласте установлено, что коэффициент концентрации вертикальных напряжений уменьшается с 1,8 до 1,5 и коэффициент бокового давления снижается с 0,38 до 0,27 (рис. 3).

При надработке горизонтально залегающего пласта вертикальные напряжения в надрабатываемом пласте под уступом верхнего пласта изменяются монотонно. При наклонном залегании пласта (30° по оси OY) наблюдается несколько экстремальных точек (точки A, B, C на рис. 4), в которых отмечаются повышенные величины горизонтальных и вертикальных напряжений. Учитывая неравномерность распределения этих концентраторов напряжений в угольном массиве, следует ожидать в указанных зонах надрабатываемого пласта повышенную вероятность динамического проявления горного давления в форме горных ударов и внезапных выбросов.

По результатам исследования влияния уступа в выработанном пространстве верхнего отрабатываемого пласта на характер разрушения пород в кровле и почве установлено, что высота зоны обрушения пород кровли над отработанным выше выемочным столбом достигает 75 м, т.е. отношение высоты этой зоны к ширине выработанного пространства составляет 0,5 (рис. 4). Зона разрушения

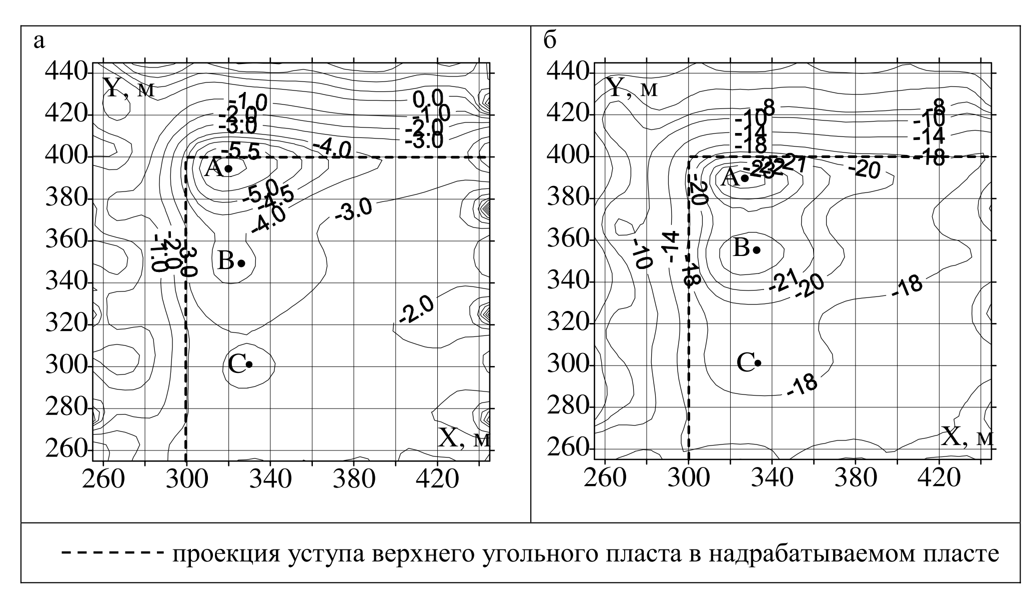


Рис. 4. Изолинии распределения напряжений в надрабатываемом пласте в окрестности уступа при наклонном залегании пласта: а) горизонтальных; б) вертикальных

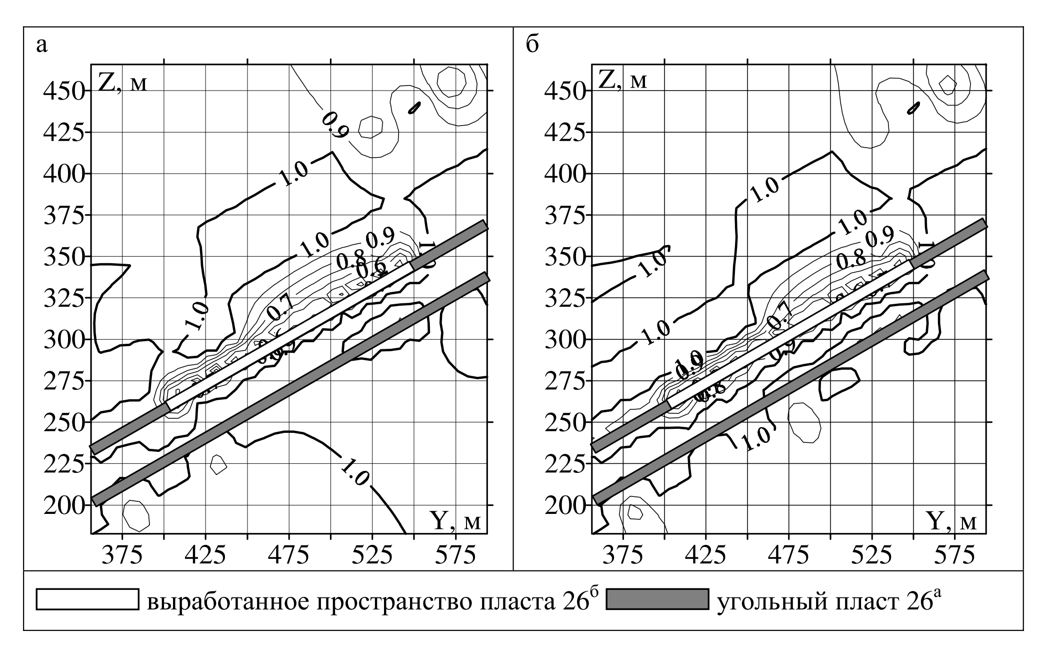


Рис. 5. *Границы зоны разрушения угля и пород: а) над уступом (сечение x = 300); б) впереди уступа (сечение x = 400)*

при угле падения более 0° асимметрична и смещена в сторону восстания пласта. На участке влияния уступа ширина зоны разрушения увеличивается в сторону падения пласта. Породы почвы в выработанном пространстве под влиянием разгрузки разрушаются на глубину 5 м.

Зоны разрушения надрабатываемого пласта расположены под границами выработанного пространства верхнего пласта (рис. 5).

Явление образования трещин в углепородной толще между надработанным пластом и выработанным пространством верхнего пласта подтверждается на практике при отработке пласта 16 в условиях шахты «Абашевская», где происходили прорывы метана из надрабатываемого пласта по трещинам, расположенным по периметру выработанного пространства верхнего пласта [8].

Таким образом, в результате проведенных исследований в надрабатываемом пласте под уступом верхнего пласта выявлена неравномерность распределения вертикальных и горизонтальных напряжений по линии падения пласта, а также определены зоны разрушения отрабатываемого и надрабатываемого пласта, что позволяет прогнозировать геомеханическую ситуацию при отработке свиты угольных пластов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Слесарев В.Д. Разработка свиты пластов. – М.: Углетехиздат, 1948. – 184 с.
2. Борисов А.А. Взаимодействие выработок при разработке свит пластов. – Л.: ЛГИ, 1980. – 97 с.
3. Управление горным давлением при разработке пологих пластов с труднообрушаемой кровлей на шахтах Кузбасса / С.И. Калинин, А.Ф. Лютенко, В.П. Егоров, С.Г. Дъяконов. – Кемерово: Кемеровское книжное изд-во, 1991. – 247 с.
4. Методы и средства решения задач горной геомеханики / Г.Н. Кузнецов, К.А. Ардашев, Н.А. Филатов и др. – М.: Недра, 1987. – 248 с.
5. Павлова Л.Д. Алгоритм прогноза напряженно-деформированного состояния и разрушения горных пород в окрестности подготовительной выработки // Известия вузов. Горный журнал. – 2003. – № 1. – С. 59–63.
6. Павлова Л.Д. Программа исследований влияния горно-геологических и горнотехнических факторов на распределение параметров напряженно-деформированного состояния слоистого углепородного массива // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов: Сб. научных статей. – Новокузнецк, 2004. – С. 39–44.
7. Фадеев А.Б. Метод конечных элементов в геомеханике. – М.: Недра, 1987. – 221 с.
8. Лаврик В.Г. Взаимодействие геомеханических и газодинамических процессов при интенсивной отработке пологих газоносных пластов / В.Г. Лаврик, С.Р. Ногих, М.И. Радиковский. – Новокузнецк: АОУК “Кузнецкуголь”, препринт № 57, 1988. – 13 с.